

**Gear wheel discrete gearbox for motor vehicle has change rod movable w.r.t change body in first state, coupled to change body in second state by electromagnetically actuated coupling element**

**Patent number:** DE19920064  
**Publication date:** 2000-11-16  
**Inventor:** STEINHART HEINRICH (DE); HEINZEL MARKUS (DE)  
**Applicant:** DAIMLER CHRYSLER AG (DE)  
**Classification:**  
- international: **F16H61/32; F16H63/30; F16H61/28; F16H63/30; (IPC1-7): F16H63/30; F16H61/28**  
- european: **F16H63/28; F16H61/32**  
**Application number:** DE19991020064 19990503  
**Priority number(s):** DE19991020064 19990503

Report a data error here

**Abstract of DE19920064**

The gearbox has a gearbox housing (3) and at least one gearbox shaft (2) with loose wheels (4-7) mounted coaxially and rotatably w.r.t the shaft and change sleeves (12,13) mounted to move axially and turn with the shaft. Several change bodies (18,19) coupled to the change sleeves can move w.r.t a change rod (17) and have separate coils that can be supplied with electric current. The change rod can be moved linearly w.r.t the gearbox housing in one direction by a control element and each change body has two states. The change rod can move in the movement direction in the first state and is coupled to the change body in the second state by an electromagnetically actuated coupling element.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 20 064 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 16 H 63/30**  
F 16 H 61/28

⑳ Aktenzeichen: 199 20 064.5  
㉔ Anmeldetag: 3. 5. 1999  
㉕ Offenlegungstag: 16. 11. 2000

**DE 199 20 064 A 1**

㉗ Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉗ Erfinder:  
Steinhart, Heinrich, Dr.-Ing., 68163 Mannheim, DE;  
Heinzel, Markus, Dipl.-Ing., 73072 Donzdorf, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:

DE	195 16 651 A1
DE	43 35 754 A1
DE	41 37 142 A1
DE	41 05 157 A1
US	37 33 914

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug**

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf ein Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug mit einem Getriebegehäuse und zumindest einer Getriebewelle, zu der Losräder koaxial und drehbar sowie Schalmuffen drehfest und axial verschieblich angeordnet sind, wobei mehrere mit den Schalmuffen gekoppelte Schaltkörper gegenüber einer Schaltstange bewegbar sind, und wobei jedem der Schaltkörper eine separat elektrisch bestrombare Spule zugeordnet ist.

Um ein kostengünstiges Zahnräderwechselgetriebe zu schaffen, ist erfindungsgemäß in zwei verschiedenen Ausführungsformen vorgeschlagen, daß die Schaltkraft für sämtliche Schalmuffen mittels eines Stellgliedes aufbringbar ist, welches ausschließlich in einer Bewegungsrichtung (Linear oder Drehung) beweglich ist. Die Schaltkörper sind dabei in einem ersten Zustand gegenüber der Schaltwelle beweglich und in einem zweiten Zustand mit der Schaltwelle gekoppelt.

**DE 199 20 064 A 1**

## DE 199 20 064 A 1

1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Zahnradwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug gemäß dem Oberbegriff der beiden unabhängigen Ansprüche 1 und 2.

Ein solches Zahnradwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug ist bereits aus der DE 41 05 157 A1 bekannt. Bei diesem ist eine Schaltwelle parallel versetzt zu einer Getriebewelle angeordnet und fest in einem Getriebegehäuse eingespannt bzw. sechswertig gelagert. Die Schaltwelle weist ein Außengewinde auf, wobei ein coaxial zu dieser angeordneter Schaltkörper einen Innengewindeabschnitt aufweist, der in das Außengewinde eingreift. Der Schaltkörper weist einen Elektromotor auf, mittels dessen das Außengewinde schraubbeweglich gegenüber der Schaltwelle ist. Durch diese Schraubbewegung kann der Schaltkörper Linearbewegungen entlang der Schaltwelle ausführen. Da der Schaltkörper unmittelbar in eine Schaltmuffe eingreift, kann infolge dieser Schraubbewegungen eine formschlüssige Verbindung zwischen einem Losrad und der Getriebewelle geschaffen werden.

Nachteilhaft an diesem Zahnradwechselgetriebe ist, daß jeder Schaltmuffe ein separater leistungsstarker Elektromotor zugeordnet ist, der die Schaltkraft aufbringt.

Die Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik einfaches und kostengünstiges Zahnradwechselgetriebe zu schaffen.

Die erläuterte Aufgabe ist gemäß der Erfindung mit den kennzeichnenden Merkmalen von Patentanspruch 1 beziehungsweise Patentanspruch 2 in vorteilhafter Weise gelöst.

Ein Vorteil der Erfindung gemäß den Patentansprüchen 1 und 2 besteht darin, daß die Schaltkraft für sämtliche Schaltmuffen mittels eines einzigen Stellgliedes aufbringbar ist, welches ausschließlich in einer Bewegungsrichtung (Linear oder Drehung) beweglich ist.

Patentanspruch 1 sieht dafür eine Schaltstange vor, die mittels des Stellgliedes in dessen Bewegungsrichtung (Linear oder Drehung) gegenüber Schaltkörpern, welche sich in einem ersten Zustand befinden, beweglich ist. Die Schaltkörper sind in einem zweiten Zustand mit der Schaltstange gekoppelt. Die Überführung des Schaltkörpers vom ersten in den zweiten Zustand erfolgt dabei elektromagnetisch mittels einer Spule und einer Koppelvorrichtung.

Patentanspruch 2 stellt eine alternative Lösung dar, bei der eine Schaltwelle eine Führung, wie beispielsweise ein Außengewinde, aufweist. Die Schaltkörper weisen ebenfalls zwei Zustände auf, wobei im zweiten Zustand eine Koppelvorrichtung in die Führung eingreift. Da die Führung einen Steigungswinkel gegenüber einer Längsachse der Schaltwelle aufweist, wird eine Drehbewegung der Schaltwelle in eine Linearbewegung des jeweiligen Schaltkörpers entlang der Längsachse umgewandelt, wenn sich dieser im zweiten (gekoppelten) Zustand befindet.

Bei der im Patentanspruch 3 dargestellten Ausgestaltung der Erfindung ist die Schaltstange gemäß Patentanspruch 1 bis auf die besagte Bewegungsrichtung gegenüber dem Getriebegehäuse festgelegt. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung ist die Schaltwelle gemäß Patentanspruch 2 bis auf die Drehrichtung um die Längsachse festgelegt.

Patentanspruch 4 zeigt ein vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung, die die Verwendung von linearen Antrieben, wie beispielsweise Hydraulikzylindern, ermöglicht.

Die Ausführung der Erfindung gemäß Patentanspruch 5 ermöglicht in vorteilhafter Weise die Verwendung von Motoren, die eine Drehbewegung in die Schaltstange einleiten. Solche Motoren können insbesondere Elektromotoren sein.

Die im Patentanspruch 7 aufgezeigte formschlüssige Verbindung zwischen der Schaltstange und dem Schaltkörper

2

gewährleistet in vorteilhafter Weise gegenüber einer reibschlüssigen Verbindung die exakte Positionierung des Schaltkörpers gegenüber der Schaltstange.

Patentanspruch 8 zeigt eine Ausgestaltung der Erfindung, mittels derer Knickbewegungen der stromführenden Leitungen verhindert werden.

Die Ausgestaltung der Erfindung gemäß Patentanspruch 10 ermöglicht es, bei Schaltvorgängen mit unterschiedlichen Schaltphasen, jeder Schaltphase eine Verfahrensgeschwindigkeit der Schaltmuffe bzw. eine Schaltkraft zuzuordnen.

Patentanspruch 13 zeigt eine vorteilhafte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Zahnradwechselgetriebes als Doppelkupplungsgetriebe mit zwei Teilgetrieben. Dabei weist jedes der beiden Teilgetriebe jeweils eine parallel zur Antriebswelle angeordneten Abtriebswelle auf. Da das erfindungsgemäße Zahnradwechselgetriebe die Verwendung kostengünstiger Stellglieder ermöglicht, kann jeder der beiden Abtriebswellen eine Schaltstange zugeordnet sein. Dabei können die Schaltmuffen des ersten Teilgetriebes zeitlich unabhängig von den Schaltmuffen des zweiten Teilgetriebes ein bzw. ausgerückt werden, wie es insbesondere bei einem lastschaltbaren Doppelkupplungsgetriebe vorteilhaft ist. Diese Ausgestaltung der Erfindung bietet den zusätzlichen Vorteil, daß die beiden Abtriebswellen einen großen parallelen Versatz aufweisen können, wenn dies der Bauraum bedingt. Je nach Ausgestaltung des Doppelkupplungsgetriebes können die Abtriebswellen auch als Vorgelegewellen ausgestaltet sein.

Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den übrigen Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

Es zeigen

Fig. 1 in einem ersten Ausgestaltungsbeispiel ein vereinfachtes Zahnradwechselgetriebe mit vier Gängen in einer schematisierten Darstellung, wobei mittels einer inneren Schaltung eine Neutralstellung eingelegt ist,

Fig. 2 eine Einzelheit II aus Fig. 1, die u. a. einen Schaltkörper in einem ersten Zustand und eine Spule zeigt,

Fig. 3 das Zahnradwechselgetriebe aus Fig. 1, das u. a. den Schaltkörper in einem zweiten Zustand bei bestromter Spule zeigt,

Fig. 4 das Zahnradwechselgetriebe aus Fig. 1 in einer ersten Schaltstellung,

Fig. 5 in einem zweiten Ausgestaltungsbeispiel einen Ausschnitt eines Zahnradwechselgetriebes mit einer Synchronisierung,

Fig. 6 in einem dritten Ausgestaltungsbeispiel eine Abwicklung einer rotationssymmetrischen Schaltwelle,

Fig. 7 einen Ausschnitt eines Zahnradwechselgetriebes mit einer Synchronisierung und mit der Schaltwelle gemäß Fig. 6 und

Fig. 8 in einem vierten Ausgestaltungsbeispiel einen Ausschnitt eines Zahnradwechselgetriebes mit einer Synchronisierung.

Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Zahnradwechselgetriebe 1 mit vier Gängen in einer schematisierten Darstellung. Das Zahnradwechselgetriebe 1 ist in einer Neutralstellung dargestellt.

Innerhalb eines Getriebegehäuses 3 sind zwei parallel versetzt zueinander angeordnete Getriebewellen (Antriebswelle 2, Abtriebswelle 14) drehbar gelagert, wobei coaxial und drehbar zu der Antriebswelle 2 vier Losräder 4, 5, 6, 7 angeordnet sind und coaxial und drehfest zur Abtriebswelle 14 vier Festräder 8, 9, 10, 11 angeordnet sind. Die vier Losräder 4, 5, 6, 7 kämmen in üblicher Weise mit den vier Festrädern 8, 9, 10, 11.

Dabei bildet jeweils eines der vier Losräder 4, 5, 6, 7 eine Zahnradpaarung mit einem der vier Festräder 8, 9, 10, 11.

## DE 199 20 064 A 1

3

Jeweils einer Zahnradpaarung ist einer der vier möglichen Gänge bzw. ein Übersetzungsverhältnis zugeordnet.

Konzentrisch zu der Antriebswelle 2 ist eine erste Schaltmuffe 12 zwischen dem ersten Losrad 4 und dem zweiten Losrad 5 angeordnet, die eine in der Zeichnung nicht näher ersichtliche Innenverzahnung aufweist. Diese erste Schaltmuffe 12 ist drehfest und axial verschieblich bezüglich der Antriebswelle 2 angeordnet.

Konzentrisch zu der Antriebswelle 2 ist eine zweite Schaltmuffe 13 zwischen dem dritten Losrad 6 und dem vierten Losrad 7 angeordnet, die eine zweite Innenverzahnung aufweist. Diese zweite Schaltmuffe 13 ist ebenfalls drehfest und axial verschieblich bezüglich der Antriebswelle 2 angeordnet.

Die Losräder 4, 5, 6, 7 weisen jeweils eine Verzahnung auf, die mit einer der beiden Innenverzahnungen der Schaltmuffen 12, 13 korrespondiert, so daß zwischen jeweils einem der vier Losräder 4, 5, 6, 7 und der Antriebswelle 2 eine formschlüssige Verbindung hergestellt werden kann, indem eine der beiden Schaltmuffen 12, 13 axial auf eines der beiden möglichen Losräder 4, 5 bzw. 6, 7 verschoben wird.

Diese axiale Verschiebung der Schaltmuffen 12, 13 erfolgt mittels einer inneren Schaltung 15.

Diese innere Schaltung 15 umfaßt ein Stellglied 16, eine Schaltstange 17, zwei Schaltkörper 18, 19 und zwei Verriegelungen 20, 21.

Das Stellglied 16 umfaßt einen Linearantrieb 52 mittels dessen die Schaltstange 17 entlang deren Längsrichtung verschiebbar ist.

Die beiden Schaltkörper 18, 19 sind jeweils mittels einer der beiden Verriegelungen 20, 21 in einer von drei Sacklochbohrungen 22, 23, 24 bzw. 25, 26, 27 eingerastet.

Im folgenden werden die beiden Schaltkörper 18, 19 anhand des ersten Schaltkörpers 18 erläutert. Dieser erste Schaltkörper 18 gemäß Einzelheit II in Fig. 1 ist in Fig. 2 näher dargestellt und umfaßt einen Schlitten 28, zwei Druckfedern 29, 30, einen rotationssymmetrischen Ankermagneten 31 und eine Spule 32.

Fig. 2 zeigt dabei den Schaltkörper 18 in einem ersten Zustand.

Die Schaltstange 17 ist in dem Schlitten 28 längsverschieblich geführt. Ein unterer Schlittenteil 33 ist fest mit einer Schaltgabel 34 verbunden. Diese Schaltgabel 34 greift in üblicher Weise in eine Umfangsnut der ersten Schaltmuffe 12. Ein oberer Schlittenteil 35 weist eine mittig angeordnete Bohrung 36 auf, in die ein unteres Ende 37 des rotationssymmetrischen Ankermagneten 31 ragt. Dieser rotationssymmetrische Ankermagnet 31 setzt sich aus einem Rundstab 38 und einer Scheibe 39 zusammen und ist koaxial zu einer Mittelnachse 40 der Spule 32 angeordnet. Dabei ist der Rundstab 38 innerhalb der Spule 32 angeordnet, wohingegen die Scheibe 39 oberhalb der Spule 32 angeordnet ist. Die Spule 32 ist an deren unterem Ende 37 mit dem oberen Schlittenteil 28 bewegungsfest verbunden.

Die Bohrung 36 im oberen Schlittenteil 28 fluchtet mit einer Ausnehmung 41 der Schaltstange 17, wenn sich das Zahnradwechselgetriebe 1 in der in Fig. 1 dargestellten Neutralstellung befindet. In dieser Neutralstellung ist ein zapfenförmiges oberes Ende 42 des Ankermagneten 31 in der ersten Sacklochbohrung 23 im Getriebegehäuse 3 eingerastet. Die Kraft, die das zapfenförmige obere Ende 42 in der Sacklochbohrung 23 hält, wird mittels der beiden Druckfedern 29, 30 erzeugt, die sich parallel versetzt zur Mittelnachse 40 einerseits am Schlitten 28 und andererseits an der Scheibe 39 des Ankermagneten 31 abstützen. In Längsrichtung der Schaltstange 17 ist die zweite Sacklochbohrung 22 links neben der ersten Sacklochbohrung 23 und eine dritte Sacklochbohrung 24 rechts neben der ersten

4

Sacklochbohrung 23 angeordnet. Die zweite Sacklochbohrung 22 ist dem ersten Gang zugeordnet, wohingegen die dritte Sacklochbohrung 24 dem zweiten Gang zugeordnet ist.

Fig. 3 zeigt das Zahnradwechselgetriebe 1 bei bestromter Spule 32.

In diesem Zustand ist eine Gleichspannung an die Spule 32 angelegt.

Infolge des Stromflusses ist die Spule 32 von einem Magnetfeld umgeben. Der magnetische Fluß dieses Magnetfeldes verschiebt den Ankermagneten 32 bezüglich der Mittelnachse 40 axial nach unten, so daß das untere Ende 37 des Ankermagneten 32 in die Ausnehmung 41 ragt, wohingegen das zapfenförmige obere Ende 42 außerhalb der ersten Sacklochbohrung 23 angeordnet bzw. die Verriegelung 20 gelöst ist. Die Verschiebung des Ankermagneten 31 erfolgt dabei gegen die Kraft der Druckfedern 29, 30, so daß diese gestaucht sind.

In diesem dargestellten zweiten Zustand ist der erste Schaltkörper 18 unverschieblich gegenüber der Schaltstange 17 mit dieser gekoppelt. Wenn die Schaltstange 17 mittels des Linearantriebes 52 in Längsrichtung verschoben wird, so stützt sich der Schaltkörper 18 mittels des unteren Endes 37 des Ankermagneten in der Ausnehmung 41 ab. Demzufolge ist der Schaltkörper 18 in eine erste Schaltstellung verschieblich, in der der Rundstab 38 des Ankermagneten 31 mit der zweiten Sacklochbohrung 22 fluchtet, um den Schaltkörper 18 in dieser ersten Schaltstellung zu verriegeln, wird der Stromfluß in der Spule 32 unterbrochen, wodurch das Magnetfeld zusammenbricht und der Ankermagnet infolge der Federkraft der Druckfedern 29, 30 in die von der Schaltstange 17 wegweisenden Richtung (nach oben) verschoben wird.

Diese erste Schaltstellung ist in Fig. 4 dargestellt. Das zapfenförmige obere Ende 42 des Ankermagneten 31 ragt dabei in die Sacklochbohrung 22, wohingegen die in Längsrichtung der Schaltstange 17 wirksame formschlüssige Verbindung zwischen der Schaltstange 17 und dem Schaltkörper 18 aufgehoben ist. Da bei Verschiebung des Schaltkörpers 18 die mit diesem verbundene Schaltgabel 34 die erste Schaltmuffe 12 nach links verschiebt und so eine formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Losrad 4 und der Antriebswelle 2 schafft ist der erste Gang eingelegt.

Fig. 5 zeigt in einem zweiten Ausgestaltungsbeispiel abschnittsweise ein Zahnradwechselgetriebe 101 mit Synchronisierungen.

Bei einem solchen Zahnradwechselgetriebe 101 wird eine drehfeste Verbindung zwischen einem von mehreren Losrädern 104, 105 und einer Antriebswelle 102 mittels Synchronisiereinrichtungen 144 geschaffen. Dabei umfaßt jeweils eine Synchronisiereinrichtung 144 eine Schaltmuffe 112, die drehfest und axial verschieblich bezüglich der Antriebswelle 102 angeordnet ist. Die Schaltmuffe 112 wird in einer ersten Schaltphase aus einer Mittelstellung in die auf eines der Losräder 104 oder 105 weisende Richtung verschoben, bis im Kraftfluß zwischen dem betreffenden Losrad 104 oder 105 und der Antriebswelle 102 eine Reibmomentübertragung einsetzt. Beim weiteren Verschieben der Schaltmuffe 112 in die auf das betreffende Losrad 104 oder 105 weisende Richtung wird in einer zweiten Schaltphase die Drehzahl der Antriebswelle 102 an die Drehzahl des betreffenden Losrades 104 oder 105 angeglichen. In einer dritten darauf folgenden Schaltphase wird zwischen dem betreffenden Losrad 104 oder 105 und der Antriebswelle 102 eine formschlüssige Verbindung geschaffen.

Die Schaltstange 117 erstreckt sich koaxial zu einer Längsachse 143 und weist ein Außengewinde 150 auf. Ein nicht näher dargestellter Elektromotor dient als ein Stellglied,

## DE 199 20 064 A 1

5

mittels dessen die Schaltwelle 117 drehbar ist. Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel ist ein Schaltkörper 118 mit einer rotationssymmetrischen Muffe 128 verbunden, die konzentrisch zu der Schaltwelle 117 angeordnet ist. Die Muffe 128 ist mit einer Schaltgabel 134 verbunden, welche in eine Umfangsnut der Schaltmuffe 112 eingreift.

Die Zeichnung stellt den Schaltkörper 118 in einem ersten Zustand dar. In diesem ersten Zustand ist die Schaltwelle 117 frei drehbar gegenüber dem Schaltkörper 118, d. h. der Schaltkörper bleibt bei Drehbewegungen der Schaltwelle 117 ortsfest.

Analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel stützen sich Druckfedern 129, 130 einerseits an der Muffe 128 und andererseits an einem Ankermagneten 131 ab. Dieser Ankermagnet 131 weist an dessen unterem Ende ein Innengewindensegment 137 auf.

Beim Anlegen eines Gleichstromes an eine Spule 132, die bestandet um den Ankermagneten 131 gewickelt ist, wird ein magnetischer Fluß im Einflußbereich der Spule 132 hervorgerufen. Aus diesem magnetischen Fluß resultiert eine Kraft, die den Ankermagneten 131 auf die Schaltwelle 117 verschiebt, so daß dessen Innengewindensegment 137 im Eingriff mit dem Außengewinde 150 der Schaltwelle 117 steht. In diesem zweiten Zustand des Schaltkörpers führen Drehbewegungen der Schaltwelle 117 aufgrund eines mittleren Steigungswinkels des Außengewindes 150 zu einer Verschiebung des Schaltkörpers 118 bzw. einer mit diesem verbundenen Schaltgabel 134 entlang der Längsachse 143 der Schaltwelle 117.

Infolge dieser Verschiebung der Schaltgabel 134 wird auch die mit der Schaltgabel 134 gekoppelte Schaltmuffe 112 entlang der Antriebswelle 102 verschoben. Diese Schaltmuffe 112 stellt nach dem obig. beschriebenen Synchronisiervorgang schließlich den drehfesten Formschluß zwischen dem betreffenden Losrad 104 oder 105 und der Antriebswelle 102 her.

Fig. 6 zeigt in einem dritten Ausgestaltungsbeispiel eine Abwicklung einer rotationssymmetrischen Schaltwelle 217 in einer schematisierten Darstellung. Dieses dritte Ausgestaltungsbeispiel betrifft ebenfalls ein Zahnradwechselgetriebe 201 mit Synchronisierungen, wie dieses ausschnittsweise in Fig. 7 dargestellt ist.

Bei diesem Zahnradwechselgetriebe 201 wird eine drehfeste Verbindung zwischen einem von mehreren Losrädern 204, 205 und einer Antriebswelle 202 mittels Synchronisierereinrichtungen 244 geschaffen. Dabei umfaßt jeweils eine Synchronisierereinrichtung 244 eine Schaltmuffe 212, die drehfest und axial verschieblich bezüglich der Antriebswelle 202 angeordnet ist. Die Schaltmuffe 212 wird in einer ersten Schaltphase aus einer Mittelstellung in die auf eines der Losräder 204 oder 205 weisende Richtung verschoben, bis im Kraftfluß zwischen dem betreffenden Losrad 204 oder 205 und der Antriebswelle 202 eine Reibmomentübertragung einsetzt. Beim weiteren Verschieben der Schaltmuffe 212 in die auf das betreffende Losrad 204 oder 205 weisende Richtung wird in einer zweiten Schaltphase die Drehzahl der Antriebswelle 202 an die Drehzahl des betreffenden Losrades 204 oder 205 angeglichen. In der dritten darauf folgenden Schaltphase wird zwischen dem betreffenden Losrad 204 oder 205 und der Antriebswelle 202 eine formschlüssige Verbindung geschaffen.

Die Schaltwelle 217 ist mittels eines nicht näher dargestellten Stellgliedes drehbar und axial unverschieblich gegenüber einem Getriebegehäuse 203. In die Schaltwelle 217 ist eine Führungsnut 245 gefräst, die einen un stetigen Verlauf aufweist.

Ein Schaltkörper 218 ist ähnlich dem Schaltkörper 18 aus dem ersten Ausführungsbeispiel ausgeführt. Im Gegensatz

6

zum ersten Ausführungsbeispiel ist eine rotationssymmetrische Muffe 228 konzentrisch, axial verschieblich und drehbar zu der Schaltwelle 217 angeordnet. Die Muffe 228 ist mit einer Schaltgabel 234 verbunden, welche in eine Umfangsnut der Schaltmuffe 212 eingreift.

Beim Anlegen einer Gleichspannung an eine Spule 232 des Schaltkörpers 218 wird ein Ankermagnet 231 entlang einer Mittelnachse 240 der Spule 232 gegen die Federkraft von Druckfedern 229, 230 verschoben. Infolgedessen greift ein zapfenförmiges unteres Ende 237 des Ankermagneten 231 in die Führungsnut 245. Bei einer anschließenden gleichförmigen Drehbewegung der Schaltwelle 217 verfährt der Schaltkörper 218 bezüglich der Längsachse 243 der Schaltwelle 217 mit einer un stetigen Verfahrensgeschwindigkeit. Um einen möglichst optimalen Verlauf der Verfahrensgeschwindigkeit und der Schaltkraft für die Synchronisierereinrichtung 244 zu schaffen, weist die Führungsnut 245 drei in Fig. 6 ersichtliche Bereiche 246, 247, 248 auf, die sich in deren Steigungswinkel zur Längsachse 243 unterscheiden.

Wenn sich die Schaltmuffe 212 in einer in der Fig. 7 dargestellten Mittelstellung befindet, so greift das zapfenförmige Ende 237 des Ankermagneten 231 in eine mittig in der Führungsnut 245 liegende Neutralposition 249 ein. Je nach Drehrichtung wird der Schaltkörper 218 bzw. die mit diesem mittels der Schaltgabel 234 verbundene Schaltmuffe 212 auf eines der beiden möglichen Losräder 204, 205 verschoben. In dem ersten Bereich 246 verfährt der Schaltkörper 218 bzw. die mittelbar mit diesem gekoppelte Schaltmuffe 228 schnell, da der Steigungswinkel dieses ersten Bereiches 246 zur Längsachse 243 relativ klein ist. Dieser erste Bereich 246 der Führungsnut 245 wird in der ersten Schaltphase durchlaufen. D. h., die Schaltmuffe 212 wird von der Antriebswelle 202 auf das betreffende Losrad 204 verfahren, bis ein Reibmoment übertragen wird. Im anschließenden zweiten Bereich 247 verfährt der Schaltkörper 218 bzw. die mittelbar mit diesem gekoppelte Schaltmuffe 212 langsam, da der Steigungswinkel dieses zweiten Bereiches 247 zur Längsachse 243 relativ groß ist. Dieser zweite Bereich 247 der Führungsnut 245 ist der zweiten Schaltphase zugeordnet, wobei infolge des großen Steigungswinkels die Schaltkraft auch relativ groß ist. Die anschließende dritte Schaltphase verläuft ähnlich der ersten Schaltphase schnell, da der Steigungswinkel des dritten Bereiches gegenüber der Längsachse 243 relativ klein ist.

Analog dazu wird das zapfenförmige Ende 237 bei umgekehrter Drehrichtung der Schaltwelle 243 innerhalb von drei weiteren Bereichen 253, 254, 255 geführt. Diese drei weiteren Bereiche 253, 254, 255 weisen in der Abwicklungsebene gemäß Fig. 6 eine Symmetrie zu den drei Bereichen 246, 247, 248 auf. Diese Symmetrie zeigt sich in einer Punktspiegelung der drei Bereiche 253, 254, 255 an einem zentrisch in der Neutralposition 249 liegenden Spiegelpunkt 256.

Fig. 8 zeigt in einem vierten Ausgestaltungsbeispiel ausschnittsweise ein Zahnradwechselgetriebe 301, bei dem eine Schaltwelle 317 mittels eines nicht näher dargestellten Stellgliedes drehbar ist. Ein Schaltkörper 318 umfaßt dabei eine Muffe 328, gegenüber der die Schaltwelle 317 – in einem ersten Zustand des Schaltkörpers 318 – drehbar ist. Ein Ankermagnet 331 ist innerhalb einer Spule 332 axial verschieblich bezüglich deren Mittelnachse 340 angeordnet. Beim Anlegen einer Gleichspannung an die Spule 332 wird der Ankermagnet 331 gegen die Kraft von zwei Druckfedern 329, 330 auf die Schaltwelle 317 verschoben, so daß ein unteres Ende 337 des Ankermagneten 331 in eine Ausnehmung 341 der Schaltwelle 317 ragt und sich in Drehrichtung der Schaltwelle 317 an dieser abgestützt. Der Schaltkörper 318 befindet sich dann im zweiten Zustand. Die

## DE 199 20 064 A 1

7

Muffe 328 ist mittels eines Gelenkes 351 mit einer Schaltgabel 334 gekoppelt. Diese Schaltgabel 334 greift in eine Umfangsnut der Schaltmuffe 312. Somit führen Drehbewegungen der Schaltwelle 317 beim Anlegen einer Gleichspannung an der Spule 332 zwangsläufig zu axialen Verschiebungen der Schaltmuffe 312.

Weitere alternative Ausgestaltungen und Kombinationen der gezeigten vier Ausführungsformen sind denkbar.

Bei dem ersten und dem vierten gezeigten Ausgestaltungsbeispiel eines Zahnradwechselgetriebes kann in weiteren Ausgestaltungen zur Koppelung der Schaltstange bzw. Schaltwelle mit dem Schaltkörper anstatt der formschlüssigen Verbindung auch eine reibschlüssige Verbindung hergestellt werden.

Anstelle der zwei Druckfedern kann in einer weiteren Ausgestaltung eine Schraubendruckfeder koaxial zur Spule angeordnet sein.

Weiterhin sind Ausgestaltungen mit beliebigen Federtypen denkbar.

Neben der im ersten Ausführungsbeispiel gezeigten Ansteuerung der Spule mittels eines Gleichstromes kann die Stromstärke in der Spule geregelt werden. Da die Induktivität der Spule einen unmittelbaren Rückschluß auf die Stellung des Ankermagneten zuläßt, läßt sich in Kenntnis der aktuellen Induktivität bestimmen, ob sich der Schaltkörper im ersten Zustand oder im zweiten Zustand befindet. Um die Verlustleistung und somit die thermische Belastung der Spule nach Erreichen des zweiten Zustands zu vermindern, kann im zweiten Zustand die Stromstärke herabgesetzt werden.

In einer weiteren Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Zahnradwechselgetriebes wird die Verbindung zwischen der Schaltstange bzw. der Schaltwelle und dem Schaltkörper aufgehoben, wenn eine Gleichspannung an die Spule angelegt wird. Eine Feder hält bei einem solchen Zahnradwechselgetriebe die Verbindung zwischen der Schaltstange und dem Schaltkörper aufrecht, solange keine Gleichspannung an der Spule anliegt.

Anstatt einer Schaltgabel kann für sämtliche Ausgestaltungsbeispiele auch eine Schaltschwinge verwendet werden.

In weiteren Ausgestaltungsformen ist es möglich, die Spulen fest mit dem Getriebegehäuse zu verbinden, um Knickbewegungen der stromführenden Leitungen, die mit einer gegenüber dem Getriebegehäuse unbeweglichen Spannungsversorgung verbunden sind, zu verhindern.

Beispielsweise kann innerhalb einer Spule, die bewegungsfest an dem Getriebegehäuse angebracht ist, ein Ankermagnet verschieblich angeordnet sein. Wird eine Gleichspannung an die Spule angelegt, so drückt der Ankermagnet gegen eine Koppelvorrichtung eines Schaltkörpers, so daß dieser drehfest mit einer Schaltwelle verbunden ist. Der Kontakt zwischen dem Ankermagnet und der Koppelvorrichtung bleibt aufrecht erhalten, solange eine Gleichspannung an der Spule anliegt. Wird zum Wechsel der Schaltstellung die Schaltwelle entlang deren Längsachse verschoben bzw. um diese gedreht, so bleibt der Kontakt ebenfalls aufrecht erhalten, wobei zwischen dem Ankermagneten und der Koppelvorrichtung Reibkräfte wirksam sind.

Bei einem weiteren Ausgestaltungsbeispiel mit einer fest am Getriebegehäuse angeordneten Spule verriegelt ein von der Spule hervorgerufenes Magnetfeld eine Verriegelungsvorrichtung eines Schaltkörpers berührungslos, wodurch mechanische Reibungsverluste gegenüber dem zuvor genannten Beispiel verhindert werden.

Der im ersten Ausführungsbeispiel gezeigte Linearantrieb kann als hydraulisches, als elektromechanisches oder als elektropneumatisches Stellglied ausgeführt sein.

Bei einem solchen hydraulischen Stellglied wirkt ein hy-

8

draulischer Druckspeicher über ein Stellventil auf einen Hydraulikzylinder.

Ein elektromechanisches Stellglied umfaßt einen Elektromotor, dem sich ein Getriebe anschließt, dessen Ausgangswelle mit einer Kurbelwelle verbunden ist. Diese Kurbelwelle ist mittels einer Pleuelstange mit der Schaltstange verbunden. Das Getriebe kann dabei als Stirnrad, Schnecken-, oder Planetengetriebe ausgestaltet sein.

Das elektrohydraulische Stellglied ist ähnlich dem elektromechanischen Stellglied ausgeführt, wobei die Pleuelstange mit einem Geberzylinder gekoppelt ist, welcher hydraulisch mit einem Nehmerzylinder verbunden ist. Ein Kolben dieses Nehmerzylinder ist mit der Schaltstange verbunden.

Das Zahnradwechselgetriebe kann als Doppelkupplungsgetriebe mit zwei Teilgetrieben ausgestaltet sein. Ein solches Doppelkupplungsgetriebe weist zwei parallel zur Antriebswelle angeordneten Abtriebswellen oder Vorgelegewellen auf. Dabei ist jeder der beiden Abtriebs- bzw. Vorgelegewellen eine Schaltstange zugeordnet.

## Patentansprüche

1. Zahnradwechselgetriebe (1) für ein Kraftfahrzeug mit einem Getriebegehäuse (3) und zumindest einer Getriebewelle (Antriebswelle 2), zu der Losräder (4, 5, 6, 7) koaxial und drehbar sowie Schaltmuffen (12, 13) drehfest und axial verschieblich angeordnet sind, wobei mehrere mit den Schaltmuffen (12, 13) gekoppelte Schaltkörper (18, 19) gegenüber einer Schaltstange (17) bewegbar sind, und wobei jedem der Schaltkörper (18, 19) eine separat elektrisch bestrombare Spule (32) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltstange (17) mittels eines Stellgliedes (Linearantrieb 52) gegenüber dem Getriebegehäuse (3) in einer Bewegungsrichtung beweglich ist, und daß die Schaltkörper (18, 19) jeweils zwei Zustände aufweisen, wobei die Schaltstange (17) in der besagten Bewegungsrichtung gegenüber dem jeweiligen Schaltkörper (18, 19) im ersten Zustand beweglich ist, und die Schaltstange (17) mit dem jeweiligen Schaltkörper (18, 19) im zweiten Zustand mittels einer elektromagnetisch betätigbaren Koppelvorrichtung (Ankermagnet 31), welche im magnetischen Einflußbereich einer Spule (32) angeordnet ist, bewegungsfest gekoppelt ist.
2. Zahnradwechselgetriebe (101, 201) für ein Kraftfahrzeug mit einem Getriebegehäuse (103, 203) und zumindest einer Getriebewelle (Antriebswelle 102, 202), zu der Losräder (104, 105, 204, 205) koaxial und drehbar sowie Schaltmuffen (112, 212) drehfest und axial verschieblich angeordnet sind, und mit zumindest einer Schaltwelle (117, 217), die sich entlang einer Längsachse (143, 243) erstreckt, wobei die Schaltwelle (117, 217) an deren Umfang eine Führung (Außengewinde 150, Führungsnut 245) mit einem Steigungswinkel gegenüber der Längsachse (143, 243) aufweist, wobei mehrere mit den Schaltmuffen (112, 212) gekoppelte Schaltkörper (118, 218) koaxial zur Schaltwelle (117, 217) angeordnet und entlang der Führung (Außengewinde 150, Führungsnut 245) verschiebbar sind, wobei jedem der beiden Schaltkörper (118, 218) eine separat elektrisch bestrombare Spule (132, 232) zugeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schaltkörper (118, 218) jeweils eine elektromagnetisch betätigbare Koppelvorrichtung (Ankermagnet 131, 231) aufweisen, welche im magnetischen Einflußbereich der Spule (132, 232) angeordnet ist, und daß die Schaltwelle (117, 217) gegenüber dem Getriebegehäuse (103, 203)

## DE 199 20 064 A 1

9

10

mittels eines Stellgliedes (Elektromotor) um die Längsachse (143, 243) drehbeweglich ist, und daß die Schaltkörper (118, 218) jeweils zwei Zustände aufweisen, wobei die Schaltwelle (117, 217) frei drehbar gegenüber dem jeweiligen im ersten Zustand befindlichen Schaltkörper (118, 218) ist und die Koppelvorrichtung (Ankermagnet 131, 231) des jeweiligen Schaltkörpers (118, 218) im zweiten Zustand in die Führung (Außengewinde 150, Führungsnut 245) eingreift und mittels dieser zwangsgeführt ist.

3. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltstange (17) bzw. die Schaltwelle (117, 217) fünfwertig gegenüber dem Getriebegehäuse (3, 103, 203) gelagert ist.

4. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsrichtung in Längsrichtung der Schaltstange (17) verläuft.

5. Zahnräderwechselgetriebe für ein, Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewegungsrichtung in Drehrichtung um eine Längsachse der Schaltstange (Schaltwelle 317) verläuft.

6. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (32, 132, 232, 323) am Schaltkörper (18, 118, 218, 318) bewegungsfest angeordnet ist.

7. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltstange (17) mit dem jeweiligen Schaltkörper (18, 19) im zweiten Zustand formschlüssig und bewegungsfest gekoppelt ist.

8. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule am Getriebegehäuse bewegungsfest angeordnet ist.

9. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Führung ein Außengewinde (150) der Schaltwelle (117) und der Eingriffskörper ein Innengewindeselement (137) ist.

10. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach, Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Führung eine Führungsnut (245) mit einem unstetigen Steigungswinkel ist.

11. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltkörper (18, 19) im ersten Zustand mit dem Getriebegehäuse (3) mittels Verriegelungen (20, 21) gekoppelt sind.

12. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach Patentanspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verriegelungen (20, 21) jeweils drei Ausnehmungen (Sacklochbohrungen) im Getriebegehäuse (3) umfassen, in welchen die Koppelvorrichtung (Ankermagnet 31) in der Bewegungsrichtung abstützbar ist, wobei jede der drei Ausnehmungen (Sacklochbohrungen) mit einer Schaltstellung der betreffenden Schaltnuffe (12 oder 13) korrespondiert.

13. Zahnräderwechselgetriebe für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Zahnräderwechselgetriebe ein Doppelkupplungsgetriebe mit zwei parallel versetzt zu einer Antriebswelle angeordneten Abtriebs-

bzw. Vorgelegewellen ist.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen



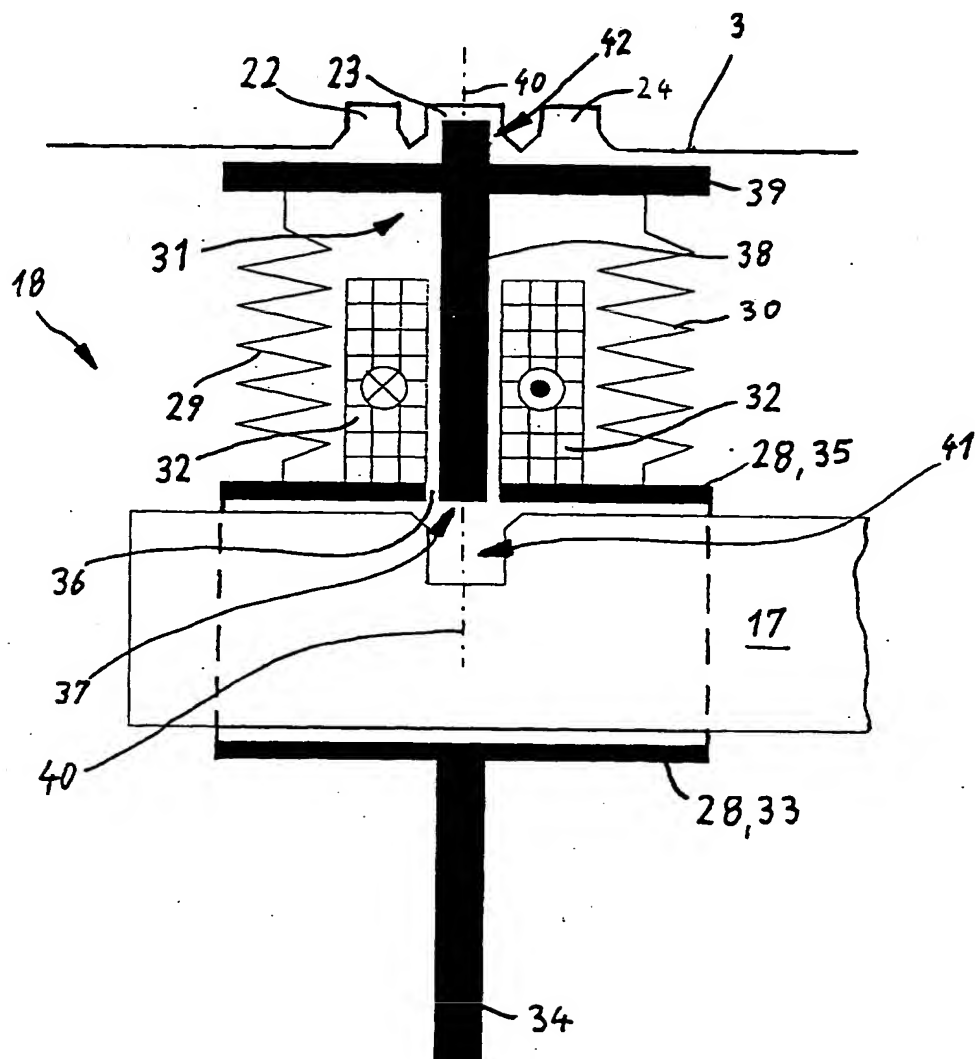


ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

Fig. 2

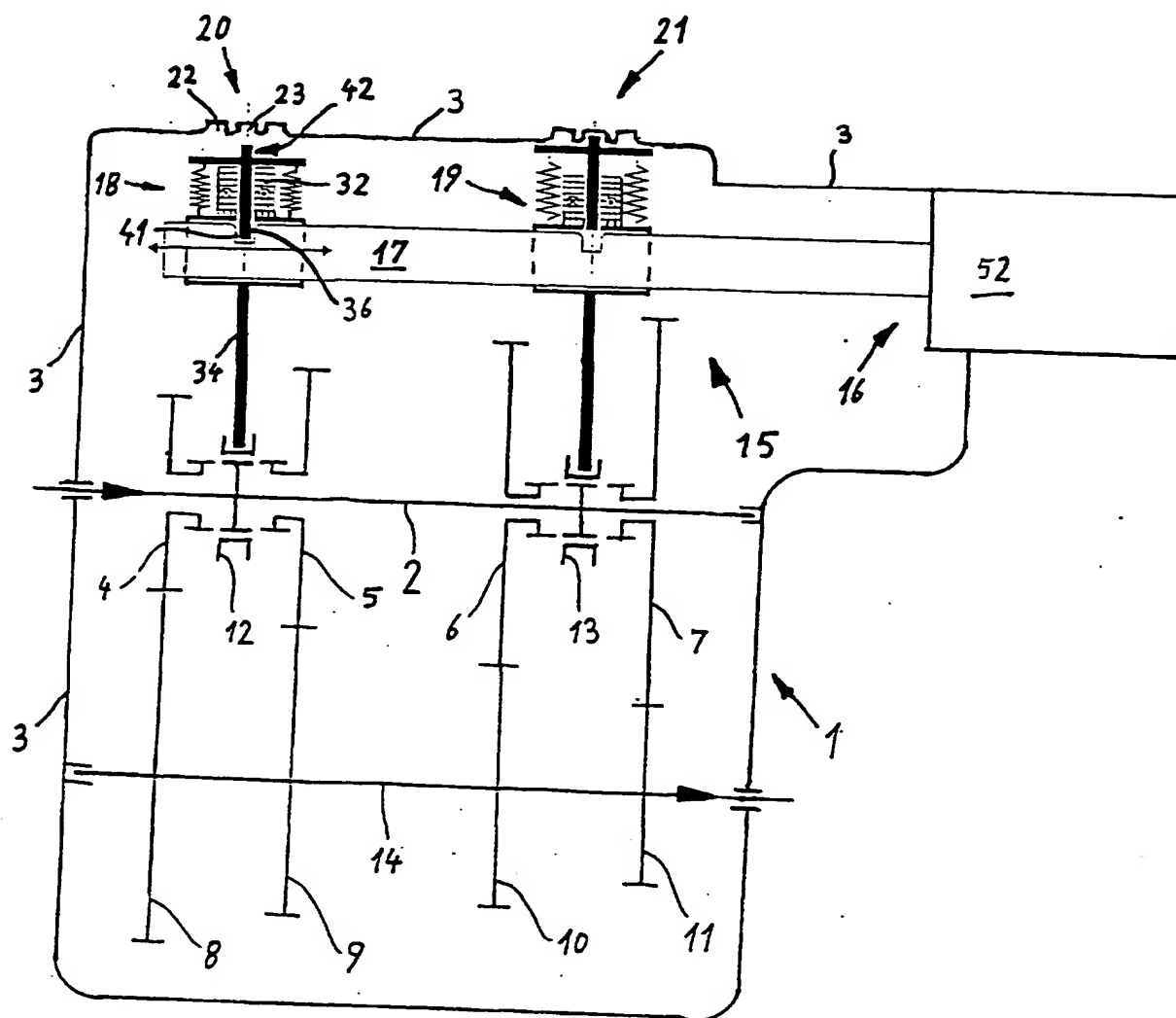


**ZEICHNUNGEN SEITE 3**

**Nummer:**  
**Int. Cl.<sup>7</sup>:**  
**Offenlegungstag:**

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

**Fig. 3**

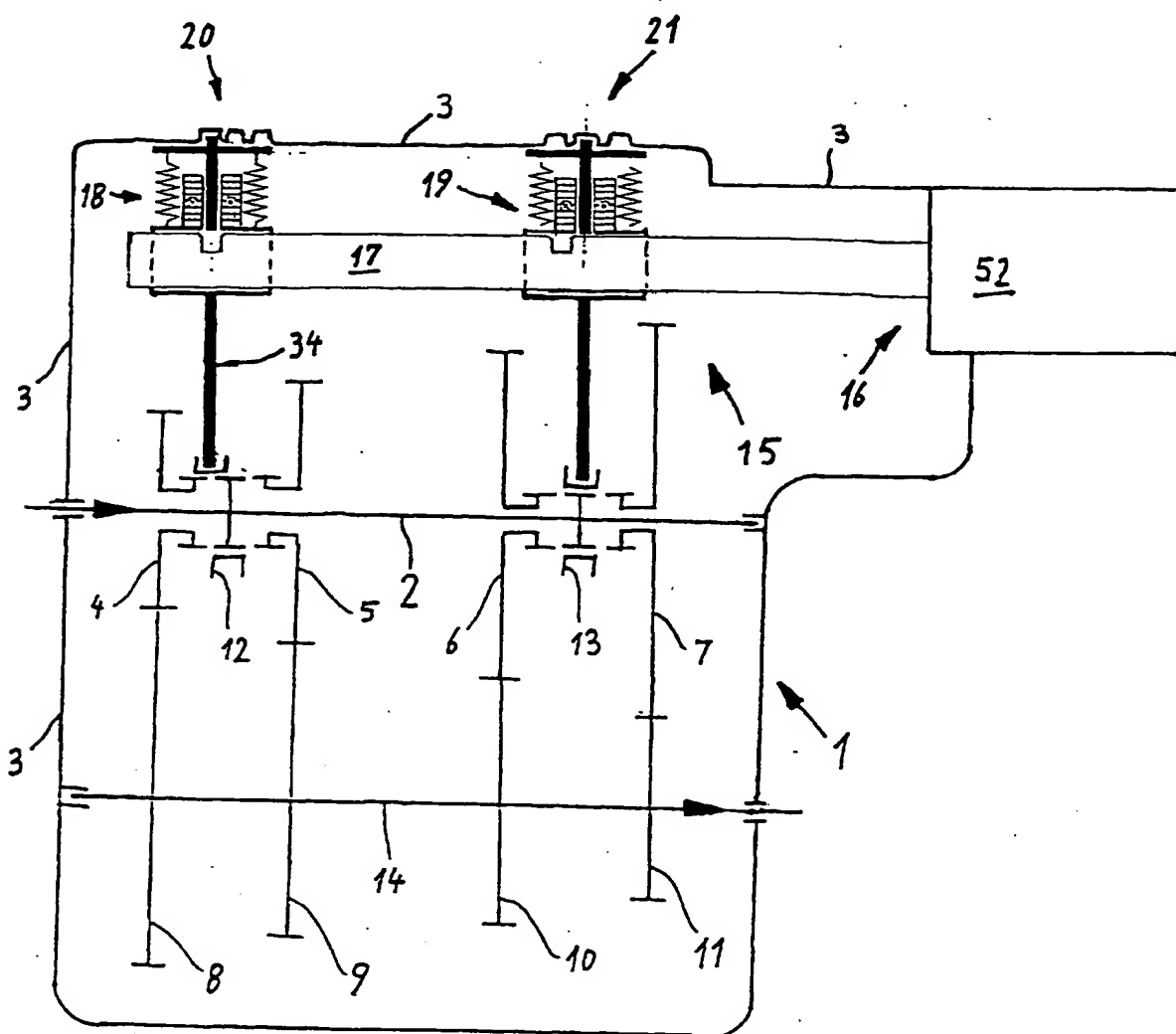


ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

Fig. 4



ZEICHNUNGEN SEITE 5

Nummer:  
Int. Cl.?:  
Offenlegungstag:

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

Fig. 5

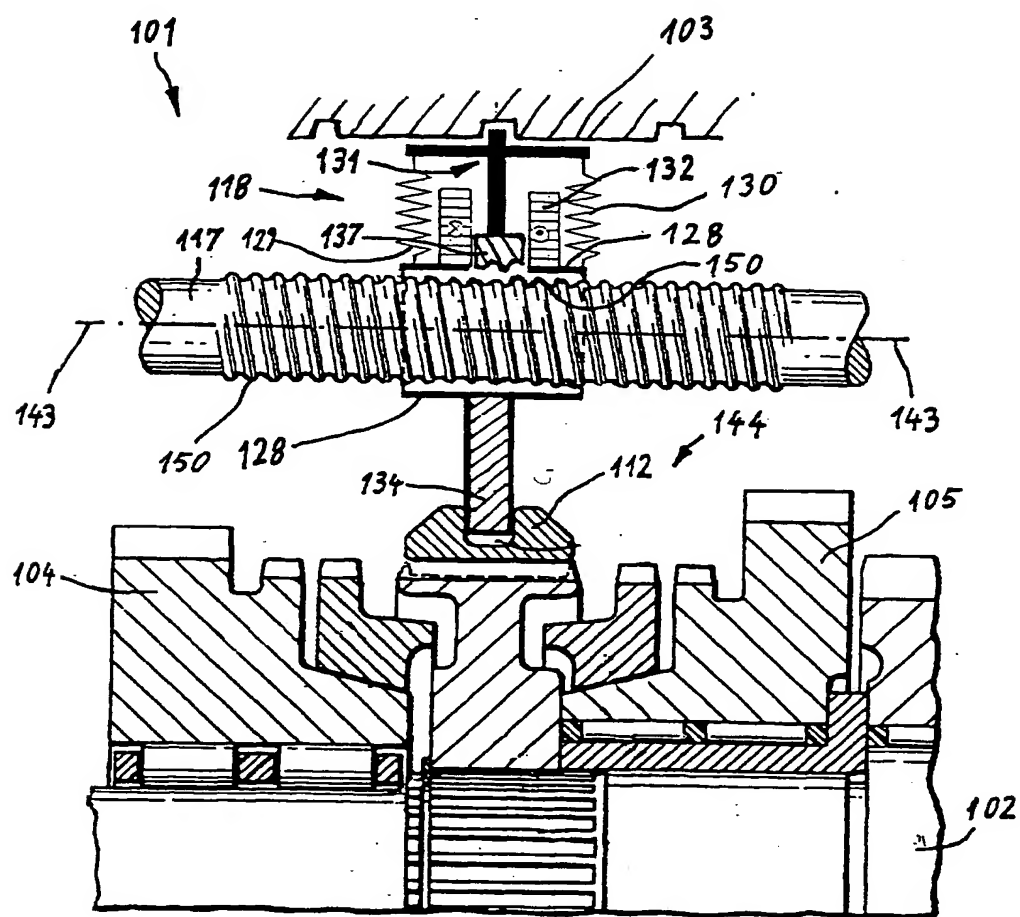
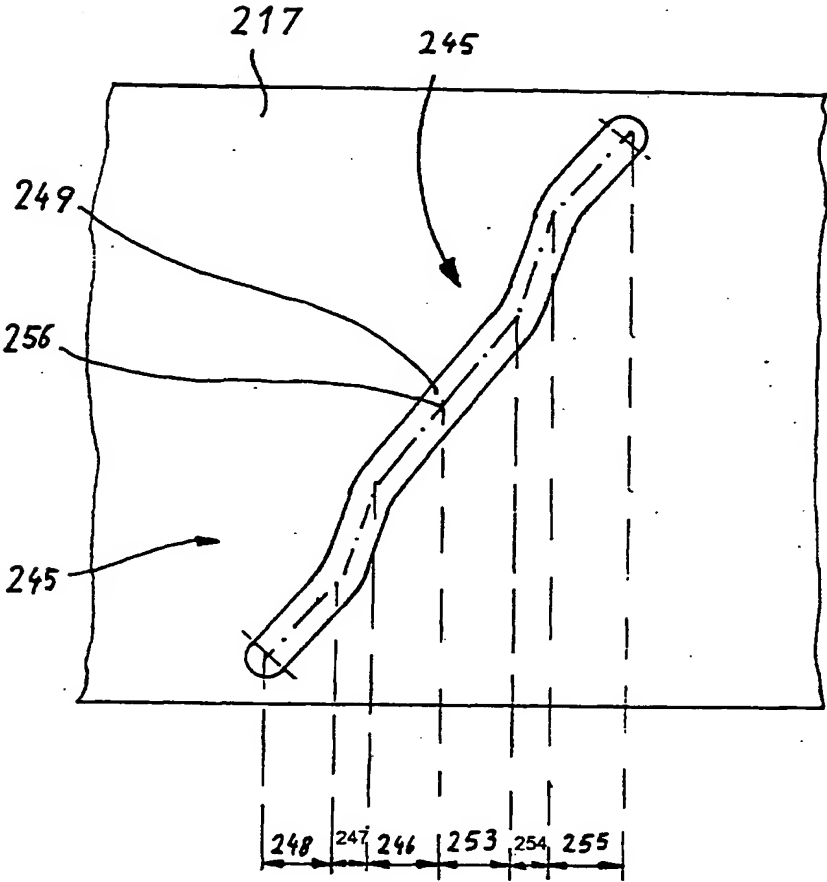


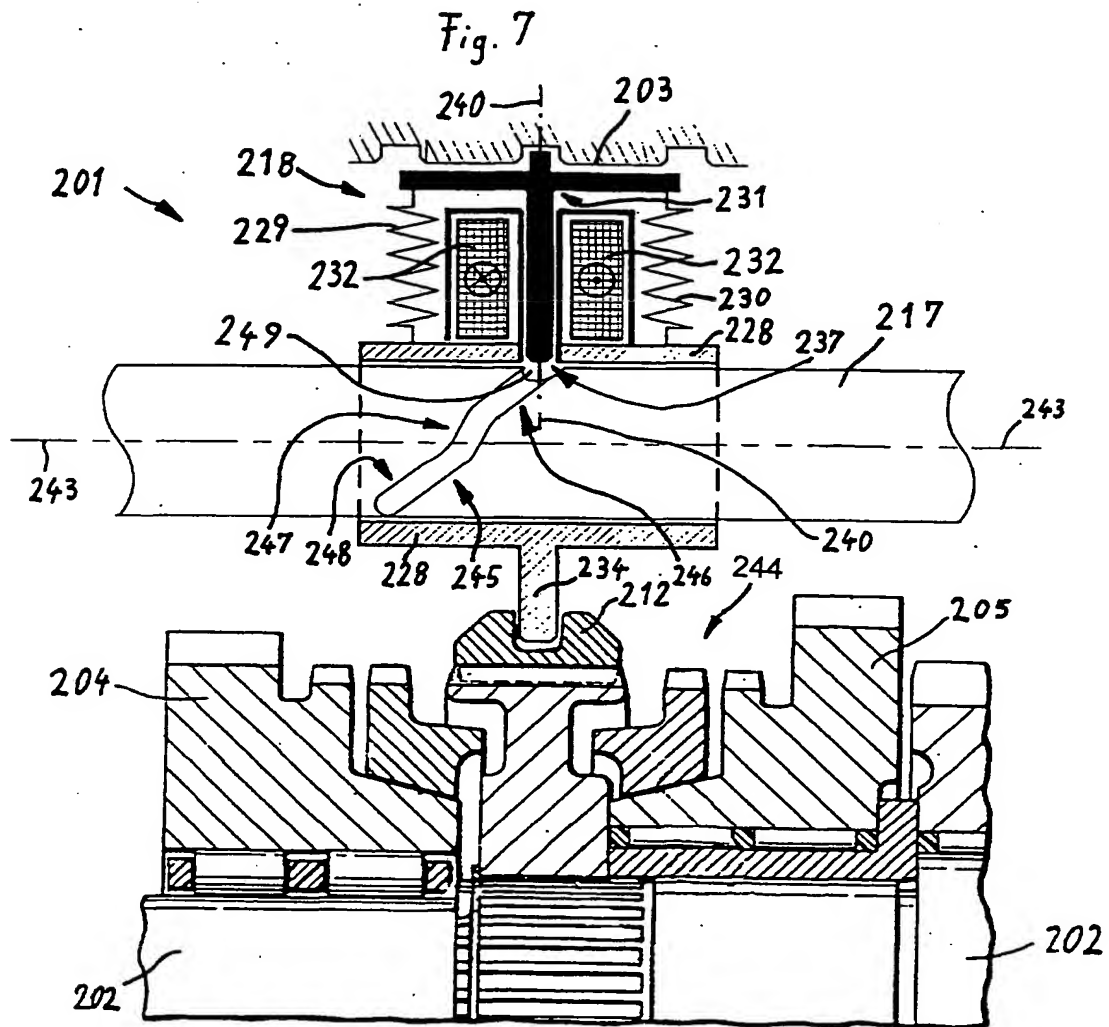
Fig. 6



ZEICHNUNGEN SEITE 7

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

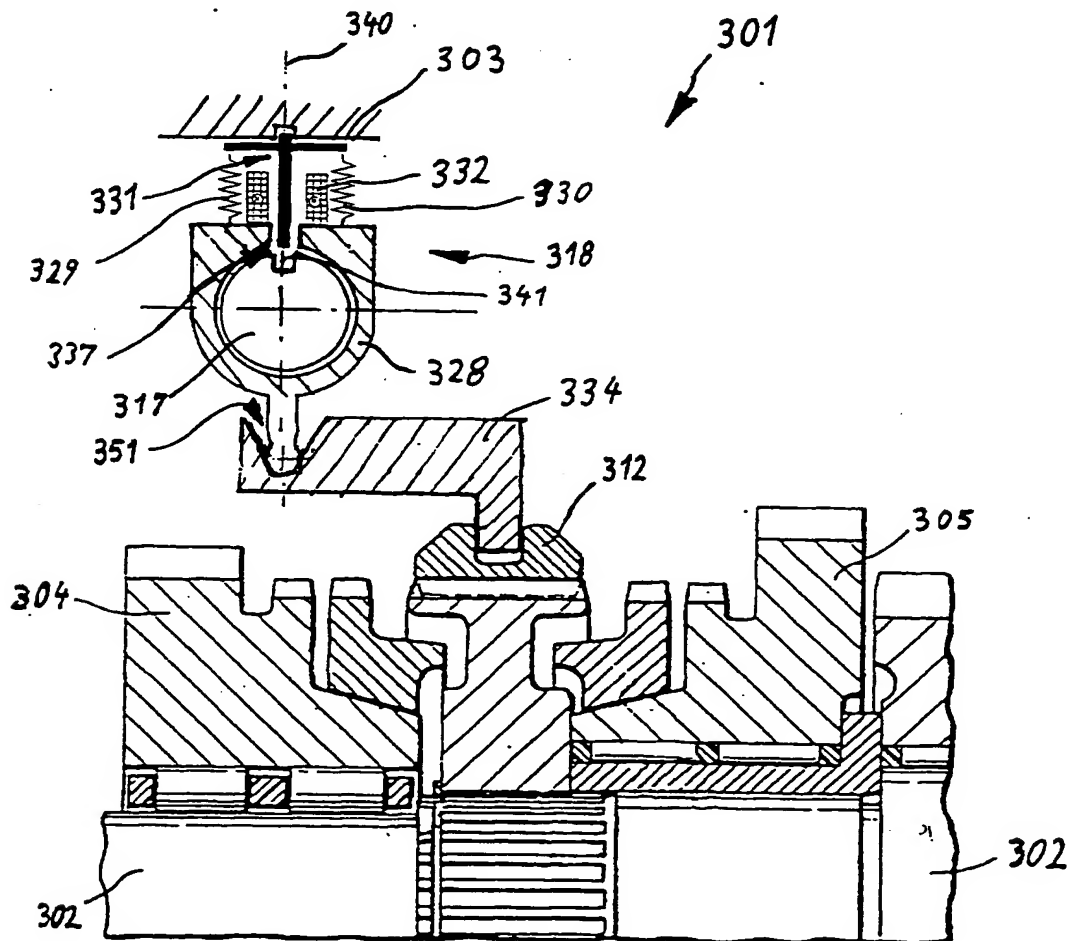


ZEICHNUNGEN SEITE 8

Nummer:  
Int. Cl. 7:  
Offenlegungstag:

DE 199 20 064 A1  
F 16 H 63/30  
16. November 2000

Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**